



УДК 62-1/-9

ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕКТРОБУРІННЯ В УКРАЇНІ

В. П. Червінський^{1*}, Р. Ю. Мельник¹

¹Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»;

*Відповідальний автор: e-mail: chervinpench@ukr.net, тел. (050) 634-10-22.

RETURNING OF ELECTRODRILLING IN UKRAINE

V. Chervinsky^{1*}, R. Melnyk¹

¹National Technical University "Kharkiv Polytechnical Institute";

* Viewed by the author: e-mail: chervinpench@ukr.net, tel. (050) 634-10-22.

ABSTRACT

Purpose. The article gives information about the history of the occurrence of electodrills and their use, a comparison of drilling with turbine rotor drilling in a certain area is given, features of the electrodrill construction, layout of the bottom of the drill column during drilling with electrodrill are considered.

Findings. The technical data of some types of electrodrills are given, the main advantages and disadvantages of electrodrill are considered in detail.

Practical implications. In the end, the authors express an opinion on the prospects for the use of electrodrill particularly in Ukraine.

Keywords: *electrodrill, drilling pipes, wells, asynchronous motor, drill column, horizontal directional wells.*

1. ВСТУП

У світовій практиці, при бурінні нафтових і газових свердловин, застосовуються такі способи буріння:

- роторний, коли обертання долота передається колоною бурильних труб, що обертається;
- буріння турбобуром - гідравлічним забійним двигуном, коли бурова колона здійснює поступальний рух, а обертання долота забезпечується турбінним двигуном;
- буріння гвинтовими гідравлічними двигунами - найбільш сучасний спосіб буріння, при якому долото обертає ротор гвинтової пари;
- буріння електробурів, коли обертання долота передається асинхронним трифазним електродвигуном, пов'язаним з поверхнею кабельними секціями.

Застосування в якості забійного агрегату електродвигуна, з'єднаного з долотом, пропонувалося багатьма винахідниками в різних країнах світу з давніх часів.

Ідея перенесення бурового електродвигуна на забій свердловини належить інженеру В. І. Делову, який запропонував в 1897 р. електричний автоматичний апарат для ударного буріння, який спускався в свердловину на канаті.

З початку 20-го століття багатьма вченими і фірмами були запропоновані різні конструкції

електробурів. Так, в 1912 р в Румунії, інженер Кант застосував електробур своєї конструкції при бурінні свердловини в районі Кимпіна. Однак цей електробур був вкрай недосконалий, його доводилося піднімати на поверхню після кожного метра проходки.

Для зниження числа обертів долота, товариство «Сітроен» запропонувало в 1918 р. з'єднати електробур з багатоступеневим редуктором оригінальної конструкції, який мав невеликі габаритні розміри.

У 1947 р. в США вперше був випробуваний спусковий на кабелі-канаті електробур системи А. Арутюнова (фірма «Реда»). Промислові випробування проводили в Оклахомі при бурінні до 400 м алмазними долотами в пропластки міцної гірської породи потужністю до 20 м. При цьому механічна швидкість становила 2 - 4 м / г, що можна пояснити невеликою потужністю електробура і малими осьовими навантаженнями на долото. За наявними даними при бурінні електробурів цього типу було кілька прихватів із залишенням усього агрегату на забої свердловини.

Вперше конструкція електробура, що знайшла промислове застосування, була створена в Радянському Союзі в 1937 – 1940 р. інженерами А. П. Островським, Н. В. Александровим, Н. Г. Григоряном, А. Л. Ільським і іншими.

Перший електробур, за допомогою якого в Азербайджані була успішно пробурена свердловина глибиною близько 1500 м, складався з трифазного чотириполюсного електродвигуна потужністю 70 кВт, планетарного одноступінчастого редуктора, який знижував швидкість обертання двигуна в 4 рази (з 1450 до 363 об / хв), і шпинделя, який з'єднував редуктор з долотом. Зовнішній діаметр електробура становив 324 мм, довжина - 8,5 м.

У 1947 р. дослідно-конструкторські роботи зі створення електробурів поновилися. У 1948 році були виготовлені перші безредукторні електробури з зовнішнім діаметром 250 мм. Випробування на промислах Азербайджану в 1948 – 1950 р. і в Башкирії в 1950 – 1951 р. підтвердили їх ефективність. З 1952 р. в цих районах почалося дослідно-промислове буріння електробурами. Були створені спеціалізовані цехи електробуріння, при цьому були досягнуті високі технічні показники буріння. Надалі електробуріння знайшло застосування на промислах України, Куйбишевської області, Туркменії.

Науково-дослідні та експериментально-конструкторські роботи з удосконалення комплексу обладнання електробурових установок і відпрацювання технології буріння електробурами проводилися спочатку Спеціальним

конструкторським бюро № 1 Міністерства нафтової промисловості, потім Всесоюзним інститутом бурової техніки (ВНДІБТ) в співдружності з Харківським електромеханічним заводом, Всесоюзним електротехнічним інститутом (ВЕІ), НДІ кабельної промисловості, конторами буріння та іншими підприємствами і науково-дослідними інститутами, а з 1963 р. Спеціальним конструкторсько-технологічним бюро з електробуріння та ВНДІБТ.

З початку впровадження електробурів з їх застосуванням пробурено понад 12 млн. м гірських порід. Багаторічний досвід їх застосування в виробничих об'єднаннях «Башнефть», «Туркменнефть», «Азнефть» і «Укрнафта» показали ефективність електробуріння. Швидкість буріння та інші техніко-економічні показники буріння в порівнянних умовах в 1,3 - 1,8 рази вище при бурінні електробурами, ніж іншими широко вживаними видами приводу долота (гідравлічними забійними двигунами і ротором). При цьому вартість одного метра проходки дешевше на 10 – 15 %, витрата електроенергії менше (в 1,5 рази) і бурильних труб (в 2 рази), а також всього бурового обладнання в результаті здійснення технологічного процесу на більш раціональних режимах і при менших тисках в системі промивки.

Основні показники електробуріння наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Показники електробуріння в порівнянних умовах з турбінно-роторним бурінням в Долинському н / п районі («УКРНАФТА»)

№ Пп	Показники	1971-1972 г.		1980-1981 г.		2001-2002 г.	
		Електро-буріння	Турбінно-роторне буріння	Електро-буріння	Турбінно-роторне буріння	Електро-буріння	Електро-буріння
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Середня глибина свердловини, м	2610	2610	3550	2616	2951	2950
2	Проходка на долото, м	23,7	15,0	12,5	13,3	22,3	24,2
3	Механична швидкість, м/год	2,6	2,0	2,3	2,0	2,4	1,3
4	Комерційна швидкість, м/в міс.	600	480	359	281	438	345
5	Собівартість 1 м проходки	94,8 (руб. SU)	106,4 (руб. SU)	267,3 (руб. SU)	321,4 (руб. SU)	1853,4 (грн. UA)	1872,2 (грн. UA)

2.ОСНОВНА ЧАСТИНА

Особливості конструкції. Конструкція електробура представлена на рис. 1.

Електробур складається з асинхронного наповненого маслом двигуна з короткозамкненим ротором і наповненого маслом шпинделя з потужними упорними і радіальними підшипниками.

Корпуси двигуна і шпинделя з'єднуються за допомогою конічних різьб. Обертаючий момент двигуна передається на вал шпинделя через зубчасту передачу.

Основними частинами двигуна є статор і ротор. У корпусі статора запресовані 11 - 13 пакетів з магнітопроводних листів. Між ними розташовані короткі пакети з немагнітопроводного матеріалу. Вони служать опорою для підшипників ротора.

Ротор двигуна складається з секцій з короткозамкненими клітинами. Останні виконані шляхом заливання алюмінію в пази пакетів магнітопроводних листів. У двигунах деяких типів короткозамкнута клітина ротора зварена з мідних стержнів, закладених в пази, і короткозамикаючих кілець. Секції насаджені на порожнистий вал і забезпечені від проворота шпонками.

У проміжках між секціями ротора встановлено радіальні підшипники, які зовнішньої обоймою спираються на немагнітопроводні пакети статора. Через центральний отвір в валу пропускається буровий розчин, який поглинає значну частину тепла ротора.

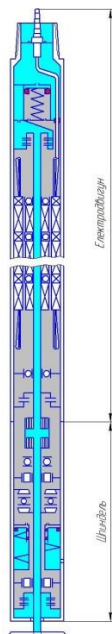


Рис. 1. Конструкція електробура

Верхній і нижній кінці валів герметизують торцеві сальники.

У верхній частині електробур закінчується головкою і шийкою під елеватор. У голівці розташований компенсатор, в якому міститься запас масла для компенсації витоків через ущільнення і створення надлишкового тиску в порожнині двигуна. Надмірний тиск створюється пружиною, що діє на поршень. Компенсатор дозволяє маслу розширюватися при нагріванні двигуна, виключаючи можливість виникнення надмірних тисків у порожнині двигуна.

Були розроблені:

- електробури в діаметрах 127, 164, 190, 240 і 290 мм;
- редуктори з різними передавальними числами;
- механізми викривлення;
- струмоприймачі;
- клапани зворотні;
- телеметричні системи;
- пристрої для контролю ізоляції та інше обладнання, що дозволяє вирішувати складні технологічні завдання при мінімальних витратах коштів.

У табл. 2 наведені технічні дані декількох типів електробурів.

Таблиця 2 – Технічні дані електробурів

Тип електробура	Діаметр, мм	Довжина, мм	Потужність номінальна, кВт	Напруга номінальна, В	Ток номінальний, А	Частота обертів, об/хв	Обертаючий момент, кН·м		ККД, %	Cos φ	Маса, кг
							Номінальний	Максимальний			
ЭП164-8-В5	164	11570±15	65	1100	89	675	0,900	1,890	60,0	0,64	1485±10
ЭП164-8М-В5	164	11950±15	65	1100	89	675	0,900	1,890	60,0	0,64	1506±10
ЭП190-8-В5	190	12882±15	125	1300	125	675	1,700	3,570	67,5	0,66	2190±15
ЭП190-8М-В5	190	12840±15	125	1300	125	675	1,700	3,570	67,5	0,66	2175±15
ЭП215-8-В5	215	13794±15	175	1550	131	680	2,400	5,040	72,0	0,69	3020±25
ЭП215-8М-В5	215	13466±15	175	1550	131	680	2,400	5,040	72,0	0,69	2980±25
ЭП240-8-В5	240	13689±15	210	1700	144	690	2,800	7,000	75,0	0,66	3630±30
ЭП240-8М-В5	240	13546±15	210	1700	144	690	2,800	7,000	75,0	0,66	3583±30
ЭП290-12-В5	290	12766±15	180	1750	123	455	3,780	7,938	71,0	0,68	4650±40

Обслуговування та ремонт електробурів здійснюється на спеціальних базах.

Компановка низу бурової колони при бурінні електробурів виглядає наступним чином (від низу до верху):

1. Долото,
2. Шпиндель,

3. Механізм викривлення,

4. Ходова частина,

5. Телеметрична система (геофізичний пристрій контролю параметрів свердловини),

6. СКІТ (система контролю ізоляції токоподвода),

7. УБТ,

8. Бурильні труби (спеціальні, для електробуріння),

9. Ведуча труба (штанга),
10. Струмоприймач,
11. Вертлюг.

У трубах протягнуті і закріплені кабельні секції.

На поверхні встановлені:

1. Силовий трансформатор,
2. Розподільний пристрій управління і захисту електробура,
3. Наземний блок телесистеми.

Електробур з долотом опускають в свердловину на бурильних трубах, через які прокачують промивну рідину. Електроенергія до двигуна подається по кабельних секціях, закріплених в бурильних трубах.

Наявність в струмоприймачі скочуючих контактів дозволяє в разі необхідності повертати колону труб в процесі буріння або обертати провідну трубу при нарощуванні труб.

При бурінні похило-спрямованої свердловини застосовують механізм викривлення, з кутом відхилення 1, 1,5 і 2°. Цей механізм у вигляді окремого вузла монтується між двигуном і шпинделем.

Для контролю за траєкторією свердловини використовується пристрій орієнтування бурового інструменту (телеметричної системи) дає відомості про кути нахилу свердловини, азимут і положення відхилителя.

Для зменшення частоти обертання долота і підвищення обертального моменту застосовують редуктор.

Електробури ефективно працюють при глибині до 7000 метрів при охолодженні прокачуваночим розчином при гідростатичному тиску до 125 МПа. Температура прокачуемого розчину в свердловині в процесі сталої циркуляції повинна бути не більше 85 ° С.

Буріння електробуром може здійснюватися з усіма типами доліт, включаючи алмазні і гідромоніторні.

Електробур дозволяє здійснювати буріння, використовуючи продування повітрям і аеріованною рідиною.

Основні переваги електробуріння. Основною перевагою електробуріння, в порівнянні з іншими широко вживаними способами буріння, є можливість ефективно управляти режимом буріння і траєкторією стовбура свердловини завдяки наявності електричного каналу зв'язку, за яким постійно надходить інформація з вибою свердловини.

Електробурова техніка забезпечує застосування енергозберігаючих технологій, більш повно відповідає вимогам щодо захисту навколишнього середовища та охорони надр, відповідає вимогам освоєння родовищ в складних гірничо-геологічних умовах, є імпортозамінною технікою.

У порівнянні з бурінням гідравлічними двигунами, найбільш повно використовується гідравлічна потужність насосів, яка передається на забій тільки для промивання. Завдяки цьому, значно поліпшуються умови очищення свердловини від вибуреної породи, збільшується механічна швидкість і проходка на долото, зменшується вартість буріння і терміни будівництва свердловин.

Завдяки тому, що буріння електробурів проводиться при менших тисках в гідравлічній циркуляційній системі відповідно зменшуються:

- знос бурового обладнання та бурильних труб;
- диференційний тиск на пласт;
- зменшується розмив стінок свердловини;
- рівень шуму на буровій;
- гідравлічні втрати тиску.

Електробур - це герметична, наповнена маслом машина, робочі органи якої не схильні до дії абразивних частинок бурового розчину,

Електробур - електрична машина, управління і контроль якої легко здійснюється дистанційно.

При бурінні з допомогою електробура зміна моменту опору на долоті миттєво впливає на зміну струму і потужності, які фіксуються і контролюються з поверхні, тому можливо без підйому колони визначати ступінь зносу долота і попереджати аварійні ситуації. Відкриваються широкі можливості автоматизації всього процесу буріння.

Характеристика двигуна електробура не залежить від його просторового положення і глибини знаходження, що дає можливість передавати великі потужності на великі глибини і в значно викривлені свердловини.

Все це робить електробуріння особливо ефективним при спорудженні горизонтальних, розгалужено-горизонтальних і глибоких свердловин, а також під час проходження додаткових горизонтальних стовбурів в уже пробурених свердловинах.

В даний час, коли починається буріння на сланцеві поклади, кращого забійного двигуна не існує, оскільки на порядок збільшується необхідність в бурінні горизонтальних ділянок стовбурів.

Також перевагою електробура є можливість, завдяки наявності токопроводу, мати канал зв'язку для передачі інформації з забою свердловини на поверхню за допомогою погрузної телеметричної апаратури (телесистеми) і чітко орієнтувати необхідну траєкторію стовбура.

Основні недоліки електробурення. Основним недоліком електробурення є наявність токопроводу, закріпленого в центрі бурильної колони, що не дозволяє опускати в неї геофізичне обладнання і аварійний інструмент.

Більш високі вимоги до кваліфікації обслуговуючого персоналу і наявності додаткової штатної одиниці в буровій бригаді (електропомбур).

3.ВИСНОВКИ

На підставі отриманого великого досвіду може бути проведена робота по створенню нового електробура, що працює від постійного струму, що дозволить оперативніше змінювати частоту обертання породоруйнівного інструменту, а значить значно поліпшити відпрацювання доліт і збільшити механічну швидкість буріння.

Це дозволить створити електробури малих діаметрів, що забезпечить буріння других стовбурів в діючих свердловинах, а також других стовбурів при капремонті і створювати розгалужені горизонтальні

ділянки для збільшення видобутку нафти і газу, а також в сланцевих покладах.

Є перспективним застосування електробурів при роботі з колтубінговою технікою.

Перехід в потрібних випадках до електробуріння дозволив би підняти ефективність бурових робіт на 20 ... 30 %.

Найбільш ефективно електробуріння при будівництві похило спрямованих і глибоких свердловин в складних гірничо-геологічних умовах. У зв'язку з розвитком буріння горизонтальних і розгалужено-горизонтальних свердловин, які особливо ефективні для розробки низько- і неравномірно-проникних колекторів, високов'язких нафт і важкодоступних покладів, роль електробуріння значно зростає. Досвід показує, що електробур повинен використовуватися не тільки в специфічних умовах, в яких широко поширені види приводу долота не ефективні, але і при будь-яких інших умовах буріння.

У травні 2014 року в Харкові на заводі «Потенціал» (тепер завод «Нафтогазова техніка») було проведено нараду технологів, механіків і вчених бурових підприємств України, присвячену відновленню електробуріння при розбурюванні нафтогазових родовищ.

ABSTRACT (IN UKRAINIAN)

У статті наведені відомості про історію виникнення електробурів і їх використання, наведено порівняння електробуріння з турбінно-роторним бурінням у певному районі, розглянуті особливості конструкції електробура, компоновання низу бурової колони при бурінні електробуром. Наведені технічні дані деяких типів електробура, детально розглянуті основні переваги та недоліки у використанні електробура. Наприкінці автори висловлюють думку стосовно перспектив у використанні електробуріння, зокрема в Україні.

Ключові слова: електробур, буріння, бурильні труби, свердловини, асинхронний двигун, бурова колона, горизонтально-спрямовані свердловини.

ABSTRACT (IN RUSSIAN)

В статье приведены сведения об истории возникновения электробуров и их использование, приведено сравнение электробурения с турбинными-роторным бурением в определенном районе, рассмотрены особенности конструкции электробура, компоновки низа буровой колонны при бурении электробуром. Приведены технические данные некоторых типов электробура, подробно рассмотрены основные преимущества и недостатки в использовании электробура. В конце авторы высказывают мнение о перспективах в использовании электробурения, в частности в Украине.

Ключевые слова: электробур, бурение, бурильные трубы, скважины, асинхронный двигатель, буровая колонна, горизонтально-направленные скважины.

ABOUT AUTHORS

Володимир Червінський – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічного інституту», доцент кафедри видобутку нафти, газу і конденсату; тел.: (050) 634-10-22; e-mail: chervinpench@ukr.net.

Роман Мельник – Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», студент; тел.: (050) 650-84-16; e-mail: iramon47@mail.ru.

Всі присутні висловилися про доцільність відновлення виробництва електробурів, для застосування в необхідних умовах. Однак, фінансування для цієї мети так і не знайшли.

ЛІТЕРАТУРА

1. Лисичкин С. М. Очерки по истории развития отечественной нефтяной промышленности. Дореволюционный период. - М. - Л.: Гостехиздат, 1954.
2. Абызбаев Б. И. Перспективы развития электробурения как высокотехнологического способа строительства нефтяных и газовых скважин // Нефть, Газ и Бизнес. - 2001. - № 2. с 57-60.
3. Фоменко Ф. Н. Бурение скважин электробуром. - М., 1974.
4. Байбаков Н. К., Абызбаев Б. И. и др. Электробурение как базовый способ строительства нефтяных и газовых скважин // Техника и технология бурения. – 1999 - с 11-12.
5. Червинский В. П. К вопросу применения электробуров при бурении нефтегазовых скважин // Вестник НТУ «ХПИ» № 26-2013. с 129-134.